Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 15, No.4, 2023, p. 515-527

The Effect of Ginger on Frozen-Thawed Sperm Quality and Fertility of Broiler Breeder Roosters

Khalil Mirzadeh [1*], Amin Kazemizadeh [2]

1- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Khuzestan, Iran.
2- Ph.D. Graduated, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Khuzestan, Iran.
*Corresponding Author's Email: mirzadeh2019@gmail.com

Received: 27-01-2023
Revised: 20-03-2023
Accepted: 28-06-2023
Available Online: 07-06-2022

How to cite this article:
Mirzadeh, K., & Kazemizadeh, A. (2023). The effect of ginger on frozen-thawed sperm quality and fertility of broiler breeder roosters. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *15*(4), 515-527. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/ijasr.2023.80826.1125

Introduction: Fertility is one of the main factors influencing the economic result in poultry flocks and it is influenced by several variables including breed, nutrition quality, flock age and sperm quality. As a result, the decrease in the fertility of beef mother herds after the peak of production is one of the most important factors in reducing the economic profit of breeding units. It has been shown that fertility decline at the end of the productive period can be partially prevented through artificial insemination. The requirement for optimal use of artificial insemination in any species is the possibility of storing sperm in liquid and frozen form. Fertility rate of poultry sperm in frozen conditions is facing a serious challenge compared to other species, this challenge may be related to some special physiological characteristics of rooster sperm that lead to increased sensitivity in frozen conditions. Ginger is a plant that has strong antioxidant substances, which increases the level of antioxidant enzymes and collects free radicals and protects the cell membrane against the risk of oxidation and peroxidation of fats. The main antioxidant compounds in ginger are gingerols, sesquiterpenes, shogaols and some phenolic ketone derivatives, which have the ability to neutralize superoxide and hydroxyl radicals. This evidence shows that adding ginger powder to the diet of broilers can improve the quality of sperm after thawing and increase the fertility rate by improving the antioxidant properties of semen and protecting sperm from damage caused by freezing-thawing.

Materials and Methods: In this research, twenty-seven Ras 308 breeding broilers were tested in the southern desert research farm in collaboration with Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. At the age of 47 weeks, the sows were habituated for two weeks in individual cages and fed with basic ration and abdominal rubbing method for sperm collection. From the age of 49 to 60 weeks for 12 weeks, the sows were fed with a basic diet (control group) or diets with different levels of ginger powder (treatment groups) and kept at a temperature of 19-23 degrees Celsius and a photoperiod of 14 hours of light and 10 hours of darkness. Experimental treatments included: control diet (no feeding of ginger powder), daily feeding of 7.5 grams of ginger powder and daily feeding of 15 g of ginger powder per kg of diet. During the test period, sperm samples were collected weekly by abdominal rub method and after initial evaluation, from the age of 51 weeks, they were frozen, and the quality parameters of semen, including total and progressive aspect, plasma membrane function, sperm viability and morphology after thawing were evaluated. took Frozen semen samples from weeks

https://doi.org/10.22067/ijasr.2023.80826.1125

59 and 60 were inoculated into broiler hens to evaluate sperm fertility after thawing.

Results and Discussion: The effect of treatment and test weeks on most of the parameters measured including total and progressive motility, viability and function of sperm plasma membrane was significant. The interaction of treatment and test weeks significantly affected overall and progressive behavior, but its effect on survival tended to be significant. The effects of treatment, week and the interaction of treatment in week had no significant effect on the percentage of abnormal sperms. The study by Shafiq et al. (2015) improved the storage of rooster sperm using rosemary essential oil after the freezing and thawing process; The results of the research showed that the use of rosemary essential oil in the diluent improves the quality of rooster sperm, which is consistent with the present research. Ginger comprises essential antioxidant compounds such as gingerols, sesquiterpenes, shogaols, and certain phenolic ketone derivatives. These compounds possess the remarkable ability to neutralize superoxide and hydroxyl radicals, contributing to their sustained antioxidant activity. Furthermore, the antioxidant enzyme glutathione peroxidase plays a crucial role in safeguarding sperm in the tissues of the testis and epididymis. A decline in the levels of this enzyme within the body has been associated with infertility. Recognizing the significance of these antioxidant components and enzymes underscores their continuous impact on maintaining reproductive health. By being placed in the sperm plasma membrane, this enzyme protects the sperm nucleus and epididymal fluid from the attack of free radicals and causes the final swelling and development of sperms. Fertility percentage and sperm yield in chicks of hens fed with 7.5 and 15 g/kg of ginger powder in the diet increased significantly compared to the control group. Among the sperm parameters, sperm motility and viability are considered to be the most important factors influencing sperm transfer to SSTs; In this research, the total and progressive motility and survival were increased in the groups of 7.5 and 15 grams per kg of diet, which can be the reasons for increasing the fertility and hatching of chicks in these groups. In a research by Masoudi et al. (2021), they investigated the effect of milk thistle, carob and ginger on the reproductive performance of Ras breed broilers and reported that supplementing the diet with plant additives significantly improved the quality of sperm and fertility of the sows compared to the control group.

Conclusion: In generally, the results of the present study showed that the addition of 7.5 and 15 g per kg of ginger powder in the diet significantly increased the total and progressive motility, the integrity and function of the plasma membrane, and finally, the fertility and egg retrieval of sperm after thawing.

Keyword: Antioxidant, Insemination, Fertility, Reproductive function, Sperm abnormality, Membrane integrity

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، ص. ۵۲۷-۵۱۵

تأثیر زنجبیل بر کیفیت باروری و جوجه‌درآوری اسپرم منجمد- ذوب شده در خروس مادر گوشتی

خلیل میرزاده[۱*]، امین کاظمی‌زاده[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۷

چکیده

هدف این پژوهش، مطالعه اثر پودر زنجبیل بر فراسنجه‌های اسپرم، باروری و نرخ جوجه‌درآوری نمونه‌های منی اخذ شده از خروس‌های مادرگوشتی تغذیه شده با زنجبیل بود. این پژوهش با تعداد ۲۷ قطعه خروس مادر گوشتی راس ۳۰۸ با سن ۴۷ هفته و به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و نه تکرار در هر تیمار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: جیره شاهد (عدم تغذیه پودر زنجبیل)، تغذیه روزانه ۷/۵ گرم پودر زنجبیل و تغذیه روزانه ۱۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره بود. پس از گذشت یک دوره عادت‌دهی (۴۸- ۴۷ هفتگی) و یک دوره دو هفته‌ای تغذیه پودر زنجبیل (۵۰-۴۹ هفتگی)، فراسنجه‌های کیفی اسپرم طی هشت هفته (۵۱ تا ۵۸ هفتگی) پس از یخ‌گشایی ارزیابی شد. نمونه‌های منی هفته‌های ۵۹ و ۶۰ پس از یخ‌گشایی برای ارزیابی نرخ باروری و جوجه‌درآوری، به ۶۰ قطعه مرغ مادرگوشتی (n=۲۰) تلقیح شد. نتایج نشان داد، تحرک‌کل و پیش‌رونده و زنده‌مانی اسپرم در پرندگانی که سطح ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل دریافت کرده بودند نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد (P<۰/۰۵). بالاترین عملکرد غشای پلاسمایی در پرندگان دریافت‌کننده سطح ۱۵ گرم پودر زنجبیل مشاهده شد (P<۰/۰۵). فراسنجه ناهنجاری اسپرم تحت تأثیر تیمار آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). درصد باروری اسپرم و جوجه‌درآوری در تیمارهای ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (P<۰/۰۵). در کل، نتایج این پژوهش نشان از تأثیرات مثبت تغذیه‌ی پودر زنجبیل بر کیفیت اسپرم، باروری و جوجه‌درآوری خروس‌های مادرگوشتی پس از یخ‌گشایی داشت.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، تلقیح، جنبای، عملکرد تولیدمثل، ناهنجاری اسپرم، یکپارچگی غشا

مقدمه

کاهش باروری گله‌های مادر گوشتی پس از اوج تولید از مهم‌ترین عوامل کاهش سود اقتصادی واحدهای پرورشی به‌شمار می‌آید). اگر چه این کاهش باروری هم به مرغ و هم خروس نسبت داده می‌شود، بخش عمده کاهش باروری گزارش شده پس از اوج مربوط به خروس است؛ زیرا جایگزینی خروس‌های پیر با جوان در گله‌های تجاری باعث افزایش باروری می‌شود (Sabzian-Melei *et al.*, 2022). خروس‌ها به‌دلیل نسبت کمتر در گله‌های جوجه‌های گوشتی نقش مهمی در باروری دارند. بنابراین، تمرکز بر بهبود کیفیت مایع منی و عملکرد اسپرم برای به حداکثر رساندن عملکرد تولیدمثل ضروری است (Sabzian-Melei *et al.*, 2022). نشان داده شده است که کاهش باروری در انتهای دوره تولیدی از طریق تلقیح مصنوعی تا حدی قابل جلوگیری است. لازمه استفاده بهینه از تلقیح مصنوعی در هر گونه‌ای، امکان ذخیره‌سازی اسپرم به‌صورت مایع و منجمد می‌باشد.

نرخ باروری اسپرم طیور در شرایط منجمد در مقایسه با دیگر گونه ها با چالش جدی مواجه است، این چالش ممکن است به برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی خاص اسپرم خروس مربوط شود که به افزایش حساسیت آن در شرایط منجمد می‌انجامد (Shahverdi *et al.*, 2015). فاکتورهای غشایی اسپرم از جمله سیالیت غشا، نفوذپذیری و همچنین ترکیبات لیپیدی آن در شرایط مایع (چهار درجه

۱- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.
۲- دانش آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: mirzadeh2019@gmail.com)
https://doi.org/10.22067/ijasr.2023.80826.1125

سانتی‌گراد) تحت تأثیر قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که میزان سیالیت غشا و مقدار این ترکیبات کاهش یافته و در نتیجه، کیفیت اسپرم و باروری پرنده کاهش می‌یابد (Blesbois *et al.*, 2015).

غشای پلاسمایی اسپرم دارای مقادیر زیادی اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند دوگانه است، که از این لحاظ آن‌ها را به آسیب‌های پراکسیداتیو بسیار حساس می‌کند. این آسیب‌های پراکسیداتیو موجب کاهش یکپارچگی غشا، آسیب به عملکرد سلول، کاهش جنبایی و در نهایت، کاهش کیفیت و توانایی باروری اسپرم می‌شود. بنابراین، برای جلوگیری از آسیب‌های پراکسیداسیون، به‌ویژه هنگام فرآیند انجماد، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها مفید به نظر می‌رسد (Leboeuf *et al.*, 2000). با توجه به اثرات شناخته شده رادیکال‌های آزاد بر کاهش عملکرد تولیدمثلی، استفاده از گیاهان دارویی به‌دلیل خواص درمانی و آنتی‌اکسیدانی بالا سبب افزایش عملکرد تولیدمثلی می‌شود (Zini *et al.*, 2009).

گیاه زنجبیل (Ginger) با نام علمی *Zingiber officinale*، گیاهی است دو تا چند ساله، که بخش اصلی و مورد استفاده آن ساقه زیرزمینی یا ریزوم آن است (Heidarzadeh *et al.*, 2018 ; Ibtisham *et al.*, 2019). ترکیبات فیتوشیمیایی زنجبیل اسانس‌ها، ترکیبات فنلی، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، ترپنوئیدها، ساپونین‌ها و تانن‌ها را شامل می‌شود (Dugasani *et al.*, 2010; Ibtisham *et al.*, 2019). زنجبیل گیاهی است که مواد آنتی‌اکسیدانی قوی‌ای داشته که با افزایش سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد از غشای سلولی در مقابل خطر اکسیداسیون و پراکسیداسیون چربی‌ها محافظت به عمل می‌آورد (Heidarzadeh *et al.*, 2018). اصلی‌ترین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در زنجبیل جینجرول‌ها، سزکوئی‌ترپن‌ها، شوگائول‌ها و برخی مشتقات کتونی فنولیک آن‌ها هستند که از توانایی خنثی کردن رادیکال‌های سوپراکسید و هیدروکسیل برخوردار می‌باشند (Dugasani *et al.*, 2010; Ibtisham *et al.*, 2019). این شواهد نشان می‌دهد که احتمالاً افزودن پودر زنجبیل به جیره خروس‌های مادرگوشتی می‌تواند از طریق بهبود خواص آنتی‌اکسیدانی منی و محافظت از اسپرم در مقابل آسیب‌های حاصل از انجماد- یخ‌گشایی، کیفیت منی پس از یخ‌گشایی را بهبود دهد و نرخ باروری را افزایش دهد. لذا، با در نظرگرفتن خواص آنتی‌اکسیدانی پودر زنجبیل و هم‌چنین عدم وجود مطالعه درون‌تنی این ترکیب بر کیفیت منی منجمد شده خروس، در این مطالعه تأثیر تغذیه‌ی پودر زنجبیل بر فراسنجه‌های کیفی اسپرم خروس‌های مادرگوشتی و باروری و جوجه‌درآوری آن‌ها پس از فرآیند انجماد- یخ‌گشایی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

زنجبیل: برای تهیه پودر زنجبیل مورد استفاده در پژوهش، ابتدا پودر زنجبیل از شرکت تجاری سبزیجات خشک و خشکبار طلای سبز (مشهد- ایران) خریداری و به تأیید مرکز گیاه‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان رسید.

پرنده‌ها، شرایط محیطی و جیره‌ی آزمایشی: در این پژوهش، ۲۷ قطعه خروس مادرگوشتی راس ۳۰۸ در مزرعه تحقیقاتی صحرای جنوب زیر مجموعه شرکت زنجیره‌ای تولید گوشت مرغ کیمند رامهرمز (مجهز به دستگاه زمان‌سنج، دماسنج، هیتر برقی و هواکش) با همکاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان مورد آزمون قرار گرفت. خروس‌ها در سن ۴۷ هفتگی به‌مدت دو هفته در قفس‌های انفرادی و تغذیه با جیره‌پایه و روش مالش شکمی برای اسپرم‌گیری عادت‌دهی شدند. از سن ۴۹ تا ۶۰ هفتگی به‌مدت ۱۲ هفته، خروس‌ها با جیره‌ی پایه (گروه شاهد) یا جیره‌های دارای سطوح مختلف پودر زنجبیل (گروه‌های تیماری) تغذیه و با دمای ۲۳-۱۹ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی نگهداری شدند. جیره پایه بر اساس توصیه کاتالوگ راس ۳۰۸ (۲۰۱۶) (جدول ۱) تنظیم شد. تیمارهای آزمایشی شامل: جیره شاهد (عدم تغذیه پودر زنجبیل)، تغذیه روزانه ۷/۵ گرم پودر زنجبیل و تغذیه روزانه ۱۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره بود.

جمع‌آوری و ارزیابی منی: طی مدت آزمایش، نمونه‌های منی به‌صورت هفتگی با روش مالش شکمی جمع‌آوری و پس از ارزیابی اولیه (حجم منی، غلظت اسپرم و تحرک)، از سن ۵۱ هفتگی، منجمد شد، و فراسنجه‌های کیفی منی شامل جنبایی‌کل و پیش‌رونده، عملکرد غشای پلاسمایی، زنده‌مانی و ریخت‌شناسی اسپرم پس از یخ‌گشایی مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌های منی منجمد مربوط به هفته‌های ۵۹ و ۶۰ برای ارزیابی باروری اسپرم پس از یخ‌گشایی به مرغ‌های مادر گوشتی تلقیح شد.

تهیه رقیق‌کننده: گلوتامات سدیم ۱ آبه (۰/۸۶۷ گرم)، هیدروژن منو فسفات بازیک (۰/۰۷ گرم)، پتاسیم سیترات ۱ آبه (۰/۰۶۴ گرم)، منیزیم کلراید ۶ آبه (۰/۰۳۴ گرم)، هیدروژن فسفات پتاسیم دی بازیک (۰/۷۵۹ گرم)، تریس (۰/۲۷ گرم در لیتر)، سدیم استات ۳ آبه (۰/۳۱ گرم در لیتر)، فروکتوز (۰/۵ گرم در لیتر) و آب مقطر ۱۰۰ سی سی خواهد بود. فشار اسمزی رقیق‌کننده ۳۱۰ و pH آن ۷/۴ بود (Ansari *et al.*, 2017).

جدول ۱– مواد تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره پایه

Table 1- Ingredients and the chemical composition of basal diet

اجزای جیره Ingredients	درصد %	ترکیب شیمیایی Chemical composition	درصد %
ذرت Corn	۵۶/۳۰	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم) Metaboliazible energy (kcal/kg)	۲۷۹۰/۰۰
کنجاله سویا (۴۴٪ پروتئین) Soybean meal (44% protein)	۹/۰۰	پروتئین خام Crude protein	۱۲/۶۰
سبوس گندم Wheat bran	۱۹/۰۰	لیزین Lysine	۰/۵۷
جو Barley	۷/۰۰	متیونین Methionine	۰/۲۸
روغن سویا Soybean oil	۳/۰۰	متیونین + سیستین Methionine+ cystine	۰/۵۲
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	۱/۳۰	ترئونین Threonine	۰/۴۸
پودر صدف Oyster shell	۱/۲۵	کلسیم Calcium	۰/۸۳
جوش شیرین Sodium bicarbonate	۰/۲۵	فسفر قابل دسترس Available phosphorus	۰/۳۶
نمک Common salt	۰/۲۰	سدیم Sodium	۰/۱۸
دی ال- متیونین DL-methionine	۰/۰۷	کلر Chlorine	۰/۱۸
ال-لیزین Lysine	۰/۰۴		
ترئونین Threonine	۰/۰۴		
کولین کلراید Choline chloride	۰/۰۵		
بنتونیت Bentonite	۲/۰۰		
مکمل ویتامینی و معدنی Vitamin and mineral premix*	۰/۵۰		

* در جیره پایه پودر زنجبیل جایگزین سبوس شد.

** هر کیلوگرم جیره حاوی ۱۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، چهار میلی‌گرم ویتامین K_3، ۳۰ میکروگرم ویتامین B_{12}، ۳۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۷/۵ میلی‌گرم B_2، ۵۰ میلی‌گرم B_3، ۱۸ میلی‌گرم B_5، ۵/۵ میلی‌گرم B_6 و ۵۰ میکروگرم B_7 بود.

*** هر کیلوگرم جیره حاوی ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۱۳۰ میلی‌گرم منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم روی، دو میلی‌گرم ید و ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم بود.

* Ginger powder was replaced with bran in the basic ration.

** Supplied per kg diet: vitamin A, 15000 IU; vitamin E, 100 IU; vitamin K_3, 4 mg; vitamin B_{12}, 3 µg; vitamin D3, 3,500 IU; riboflavin, 7.5 mg; niacin, 50 mg; pantothenic acid, 18 mg; pyridoxine, 5.5 mg; biotin, 50 µg, Fe, 75000 mg; Mn, 74500 mg; Zn, 64775 mg; I, 869 mg and Se, 142000 mg.

*** Supplied per kg diet: 50 mg of iron, 130 mg of manganese, 120 mg of zinc, 2 mg of iodine and 0.4 mg of selenium.

روش انجماد- یخ‌گشایی: انزال هر خروس به‌صورت جداگانه جمع‌آوری و با رقیق‌کننده ذکر شده با غلظت نهایی ۱۰^۸ × ۴ رقیق‌سازی شد، و در پایوت‌های ۰/۲۵ میلی‌لیتری کشیده شد. از پودر پلی وینیل الکل برای بستن سر پایوت‌ها استفاده شد. سپس پایوت‌ها به داخل یخچال با دمای پنج درجه سانتی‌گراد به‌مدت دو ساعت برای رسیدن به دمای تعادل قرار داده شد. در مرحله بعد، پایوت‌ها را بلافاصله از یخچال بیرون آورده و به‌مدت ۱۰ دقیقه در فاصله شش سانتی‌متری ازت مایع قرار داده شد. پس از غوطه‌ورسازی در ازت، پایوت‌های مربوط به هر گروه تیماری داخل گابلت‌های مخصوص قرار داده شد و به تانک ازت انتقال یافت. برای یخ‌گشایی، پایوت‌ها پس از بیرون آوردن از ازت، به‌مدت ۳۰ ثانیه در حمام آب گرم ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (Shahverdi *et al.*, 2015).

ارزیابی فراسنجه‌های اسپرم پس از فرآیند یخ‌گشایی: درصد تحرک اسپرم‌های هر نمونه، با استفاده از میکروسکوپ فازکنتراست (Labomed Inc., Los Angeles, USA) و بزرگ‌نمایی ۴۰۰× تعیین شد (Akhlaghi *et al.*, 2014). برای اندازه‌گیری یکپارچگی غشای اسپرم از آزمون تورم هایپواسموتیک (Hypo Osmotic Swelling test) استفاده شد (Khaki *et al.*, 2009). بدین منظور، ۱۰ میکرولیتر از منی با ۲۰۰ میکرولیتر از محلول هایپواسموتیک (یک گرم سیترات سدیم در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر با فشار اسمزی ۱۰۰ میلی اسمول بر کیلوگرم)، (pH= ۷) مخلوط شد، و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس با استفاده از میکروسکوپ فازکنتراست با بزرگ‌نمایی ۴۰۰×، حداقل در پنج میدان دید، ۲۰۰ اسپرم بررسی شد. اسپرم‌های با دم متورم به‌عنوان پاسخ مثبت (غشای پلاسمایی سالم) و اسپرم‌های با دم غیرمتورم، به‌عنوان پاسخ منفی (غشای پلاسمایی ناسالم) در نظر گرفته شدند (Kazemizadeh *et al.*, 2019). درصد اسپرم زنده با رنگ‌آمیزی ائوزین- نیگروزین ارزیابی شد. یک قطره از مایع منی روی لام قرار گرفته و با یک قطره کوچک رنگ ائوزین- نیگروزین مخلوط و گسترش یافت. درصد اسپرم زنده با شمارش ۲۰۰ اسپرم در زیر میکروسکوپ فازکنتراست با بزرگ‌نمایی ۴۰۰× مشخص شد (Akhlaghi *et al.*, 2014; Ibtisham *et al.*, 2019). اسپرم‌های رنگ نگرفته، به‌عنوان اسپرم زنده و اسپرم‌هایی که رنگ را جذب کرده بودند، به‌عنوان اسپرم مرده در نظر گرفته شد. همچنین برای بررسی ریخت‌شناسی اسپرم در نمونه‌های منجمد- یخ‌گشایی شده، اسپرم‌های با سر جدا شده، سر ناقص، سر دوتایی، دم پیچ خورده، دم دوتایی و دم جدا شده به‌عنوان اسپرم‌های غیرطبیعی در نظر گرفته شد (Akhlaghi *et al.*, 2014).

تلقیح مصنوعی و گردآوری تخم مرغ: برای تلقیح مصنوعی، تعداد ۶۰ قطعه مرغ مادرگوشتی راس ۳۰۸ (۲۰ مرغ به‌ازای هر تیمار) با میانگین سنی ۵۹ هفته انتخاب گردید و با یک جیره مشترک دارای ۲۷۶۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی، ۱۵ درصد پروتئین، فسفر ۰/۳۳ درصد و کلسیم ۰/۳ درصد تغذیه شدند. برای تلقیح مصنوعی، ۲۰۰ میکرولیتر (۱۰^۶×۲۰۰ اسپرم برای هر مرغ) منی یخ‌گشایی شده از هر تیمار به مرغ‌ها در طول دو هفته (سه تلقیح به فاصله سه روز) تلقیح شد. جمع‌آوری تخم‌مرغ‌ها به‌منظور تعیین باروری و جوجه‌درآوری، دو روز بعد از اولین تلقیح مصنوعی شروع شد، و چهار روز بعد از آخرین تلقیح مصنوعی ادامه یافت و روزانه پس از گازدهی با فرمالین به‌مدت ۲۰ دقیقه، به دستگاه جوجه‌کشی انتقال پیدا کرد.

آنالیز آماری

تمامی داده‌های آزمایشی از نظر داشتن توزیع نرمال با آزمودن توزیع باقی‌مانده داده‌ها توسط رویه UNIVARIATE نرم‌افزار آماری (SAS, 2002) مورد آزمایش قرار گرفت. فراسنجه‌های کیفی منی که در طول زمان تکرار شده بودند توسط رویه MIXED و داده‌های مربوط به باروری با استفاده از تابع لجستیک و رویه GENMOD واکاوی شدند. مقایسه میانگین تیمارها برای هر صفت با آزمون چند دامنه‌ای توکی و در سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ انجام شد. وزن بدن به عنوان عامل همبسته برای صفات در نظر گرفته شد و در صورتی که اثر آن در مدل معنی‌دار نبود، از مدل حذف و آنالیز مجدد انجام شد.

مدل آماری برای تجزیه و تحلیل فراسنجه‌های کیفی منی در مدل ۱ به‌صورت زیر بود:

$$Yijk = \mu + Ti + Pj + \delta(i)k + (T\times P)ij + eijk \qquad \text{(۱) معادله}$$

که در آن، Yijk: مقدار هر مشاهده، µ: اثر میانگین، Ti: اثر تیمار i ام (i=۱، ۲، ۳ و ۴)، Pj: اثر j اُمین زمان اندازه‌گیری، δ(i)k: اثر تصادفی پرنده، (T×P)ij: برهم‌کنش i اُمین تیمار در j اُمین زمان اندازه‌گیری و eijk: اثرات باقی‌مانده هستند.

مدل آماری برای نرخ باروری و جوجه‌درآوری به‌صورت زیر بود:

$$Yij = \mu + Ti + eij \qquad \text{(۲) معادله}$$

که در آن، Y: داده‌های باروری، µ: اثر میانگین، Ti: اثر تیمار i ام (i=۱، ۲، ۳ و ۴) و eij: اثرات باقی‌مانده هستند.

نتایج و بحث

تأثیر تغذیه پودر زنجبیل بر فراسنجه‌های کیفی اسپرم خروس‌های مادر گوشتی در جدول ۲ گزارش شده است. اثر تیمار و هفته‌های آزمایش بر اغلب فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده شامل جنبایی کل و پیش‌رونده، زنده‌مانی و عملکرد غشای پلاسمایی اسپرم معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). برهم‌کنش تیمار و هفته‌های آزمایش به‌طور معنی‌داری جنبایی کل و پیش‌رونده را تحت تأثیر قرار داد، امّا اثر آن بر زنده‌مانی تمایل به معنی‌داری داشت (P=۰/۰۷). اثرات تیمار، هفته و برهم‌کنش تیمار در هفته اثر معنی‌داری بر درصد اسپرم‌های ناهنجار نداشت (P>۰/۰۱).

پودر زنجبیل به‌طور خطی میانگین جنبایی کل و پیش‌رونده اسپرم را افزایش داد (جدول. ۲؛ P<۰/۰۵)؛ روند تغییرات در میزان جنبایی اسپرم‌های جمع‌آوری شده طی هفته‌های مختلف آزمایش (شکل ۱ و ۲) نشان داد، فراسنجه‌های جنبایی کل و پیش‌رونده در پرندگان تغذیه شده با پودر زنجبیل با گذشت زمان روند افزایشی نشان داد.

همه سطوح پودر زنجبیل درصد اسپرم‌های زنده را نسبت به گروه شاهد افزایش داد (P<۰/۰۵). آن‌گونه که در شکل ۳ نشان داده شده است، زنده‌مانی اسپرم برای گروه شاهد در طول دوره پژوهش با

روندی ثابت کاهش یافت، امّا زنده‌مانی اسپرم خروس‌ها تغذیه شده با پودر زنجبیل با افزایش سن بهبود یافت.

جدول ۲- تأثیر پودر زنجبیل (LSM±SE) بر فراسنجه‌های کیفی اسپرم پس از انجماد- یخ‌گشایی در خروس‌های مادرگوشتی مسن (نه پرنده در هر تیمار)

Table 2- The effect of ginger powder (LSM±SE) on sperm quality parameters after freezing-thawing in old broilers (9 birds per (treatment

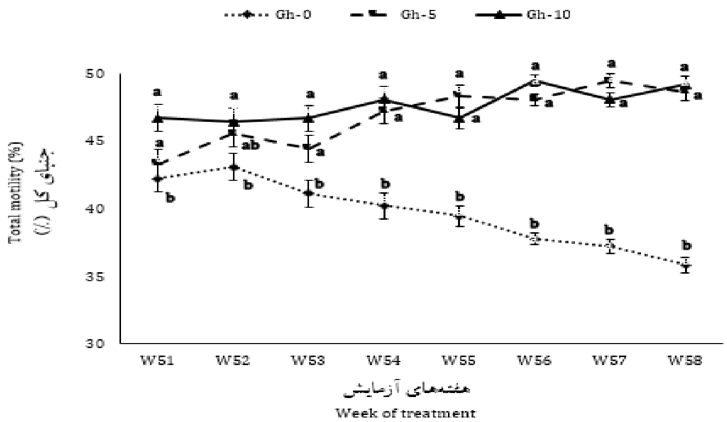
صفات Trait	پودر زنجبیل گرم/ کیلوگرم/جیره ginger powder, mg/kg/diet			سطح احتمال معنی‌داری P-value		
	سطح صفر پودر زنجبیل GH0	سطح ۷/۵ پودر زنجبیل GH7.5	سطح ۱۵ پودر زنجبیل GH15	جیره diet	هفته week	هفته×جیره diet × week
جنبایی کل (٪) Total motility (%)	$36.73^{b}\pm0.12$	$44.72^{a}\pm0.12$	$45.27^{a}\pm0.12$	0.001	0.001	0.003
جنبایی‌پیش‌رونده (٪) Forward motility (%)	$32.91^{b}\pm0.10$	$40.52^{a}\pm0.10$	$41.25^{a}\pm0.10$	0.001	0.001	0.001
زنده‌مانی اسپرم (٪) Sperm viability (%)	$39.61^{b}\pm0.17$	$47.15^{a}\pm0.17$	$47.36^{a}\pm0.17$	0.001	0.001	0.070
غشای فعال اسپرم (٪) Membrane Integrity (%)	$29.13^{c}\pm0.13$	$34.51^{b}\pm0.13$	$35.83^{b}\pm0.13$	0.001	0.001	0.002
اسپرم ناهنجاری (٪) Abnormal sperm (%)	20.51±0.11	21.13±0.11	22.39±0.11	0.430	0.090	0.110

a-c: میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار است ($p<0.05$).

پرندگان جیره‌های حاوی سطوح مختلف پودر زنجبیل شامل: صفر (GH-0)، ۷/۵ (GH-7.5) و ۱۵ (GH-15) گرم در کیلوگرم جیره دریافت کردند.

a-c: Means with different letters within a row are statistically significant ($p<0.05$).

The birds received diets containing increasing levels of ginger powder including 0 (C0), 10 (C10), 20 (C20), or 30 (C30) g/kg diet.



شکل ۱- تغییرات هفتگی جنبایی‌کل اسپرم پس از انجماد و یخ‌گشایی نمونه‌های اسپرم

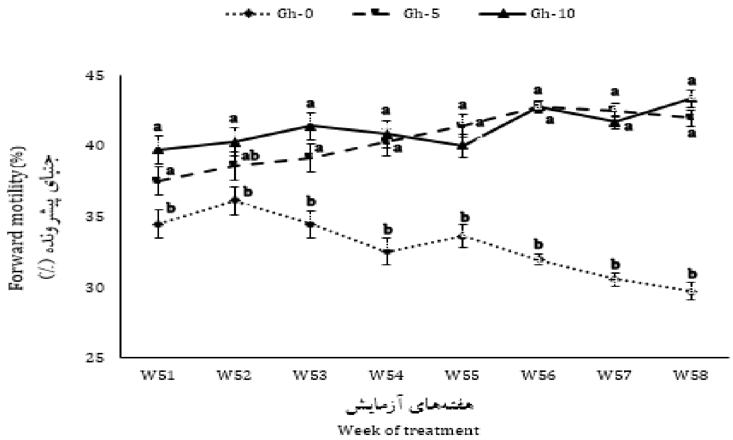
Figure 1- Weekly changes in Total motility after freezing and thawing

تیمارها شامل: GH-0= جیره‌پایه فاقد پودر زنجبیل (شاهد)، GH-7.5= جیره حاوی ۷/۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره، GH-15= جیره حاوی ۱۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره

a-b: میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار است ($p<0.05$).

The treatments include: GH-0= basic diet without ginger powder (control), GH-7.5= diet containing 7.5 g of ginger powder per kg of diet, GH-15= diet containing 15 g of ginger powder per kg of diet

a- b: Means with different letters within a row are statistically significant ($p<0.05$).



شکل ۲- تغییرات هفتگی جنبایی پیش‌رونده اسپرم پس از انجماد و یخ‌گشایی نمونه‌های اسپرم

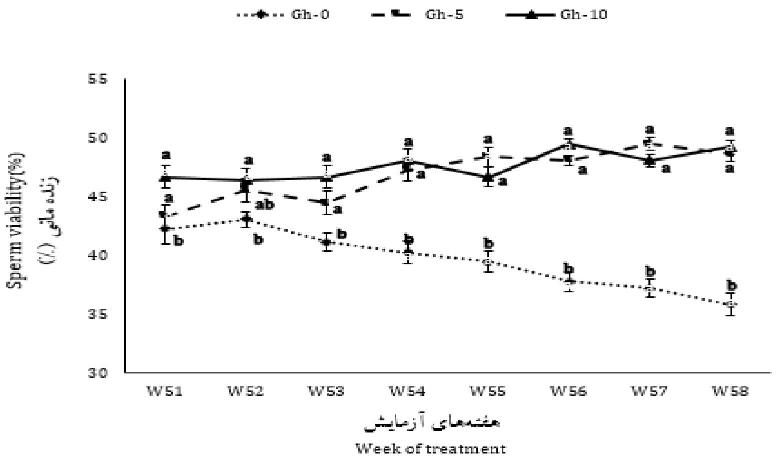
Figure 2- Weekly forward motility changes of sperm after freezing and thawing

تیمارها شامل: GH-0= جیره‌پایه فاقد پودر زنجبیل (شاهد)، GH-7.5= جیره حاوی ۷/۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره، GH-15= جیره حاوی ۱۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره

a-b: میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار است ($p<0.05$).

The treatments include: GH-0= basic diet without ginger powder (control), GH-7.5= diet containing 7.5 g of ginger powder per kg of diet, GH-15= diet containing 15 g of ginger powder per kg of diet

a-b: Means with different letters within a row are statistically significant ($p<0.05$).



شکل ۳- تغییرات هفتگی زنده‌مانی اسپرم پس از انجماد و یخ‌گشایی نمونه‌های اسپرم

Figure 3- Weekly changes of sperm viability after freezing and thawing

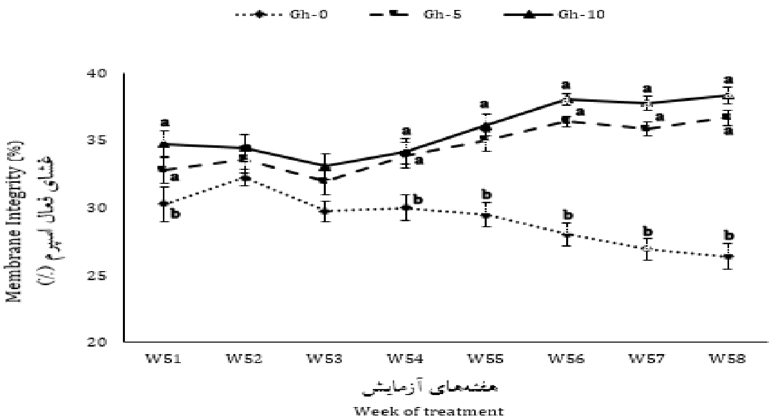
تیمارها شامل: GH-0= جیره‌پایه فاقد پودر زنجبیل (شاهد)، GH-7.5= جیره حاوی ۷/۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره، GH-15= جیره حاوی ۱۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره

a-b: میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار است ($p<0.05$).

The treatments include: GH-0= basic diet without ginger powder (control), GH-7.5= diet containing 7.5 g of ginger powder per kg of diet, GH-15= diet containing 15 g of ginger powder per kg of diet

a- b: Means with different letters within a row are statistically significant ($p<0.05$).

تغذیه پودر زنجبیل درصد اسپرم‌های دارای یکپارچگی غشا را در تیمارهای GH-7.5 و GH-15 به‌ترتیب حدود پنج و شش درصد نسبت به گروه شاهد افزایش داد. روند تغییرات هفتگی نشان می‌دهد که در هفته‌های ۵۲ و ۵۳ تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد (شکل ۴)؛ از هفته ۵۴ تا هفته پایانی پژوهش روند افزایشی در پرندگان دریافت‌کننده پودر زنجبیل نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ٤- تغییرات هفتگی غشای فعال اسپرم پس از انجماد و یخ‌گشایی نمونه‌های اسپرم

Figure 4- Weekly changes of active sperm membrane of sperm after freezing and thawing

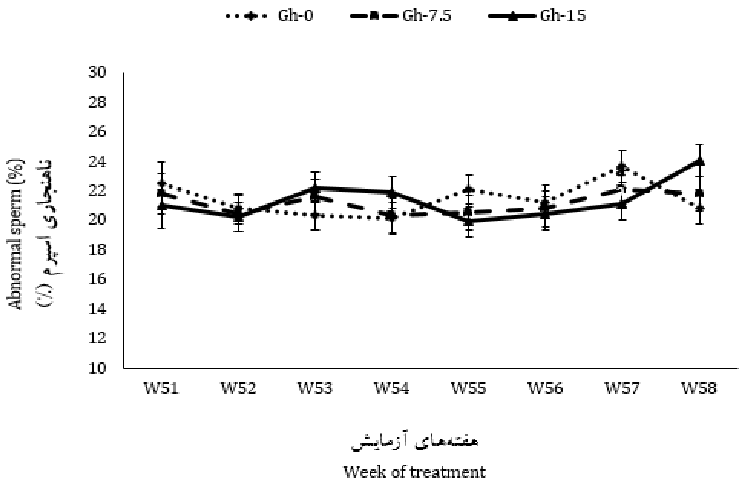
تیمارها شامل: GH-0= جیره‌پایه فاقد پودر زنجبیل (شاهد)، GH-7.5= جیره حاوی ۷/۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره، GH-15= جیره حاوی ۱۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره

a-b: میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار است ($p<0.05$).

Treatments include: GH-0 = basic diet without ginger powder (control), GH-7.5 = diet containing 7.5 g of ginger powder per kg of diet, GH-15 = diet containing 15 g of ginger powder per kgof diet

a-b: Means with different letters within a row are statistically significant ($p<0.05$).

فراسنجه ناهنجاری اسپرم در تمام هفته‌های پژوهش تحت گروه‌های تیماری قرار نگرفت (P>۰/۰۵). تغییرات هفتگی نشان می‌دهد در هفته‌های پایانی روند رو به افزایشی در خروس‌های تغذیه شده با سطح GH-15 مشاهده شد (شکل ۵).



شکل ۵- تغییرات هفتگی ناهنجاری اسپرم پس از انجماد و یخ‌گشایی نمونه‌های اسپرم

Figure 5- Weekly changes of sperm abnormality after freezing and thawing

تیمارها شامل: GH-0= جیره‌پایه فاقد پودر زنجبیل (شاهد)، GH-7.5= جیره حاوی ۷/۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره، GH-15= جیره حاوی ۱۵ گرم پودر زنجبیل در کیلوگرم جیره

Treatments include: GH-0 = basic diet without ginger powder (control), GH-7.5 = diet containing 7.5 g of ginger powder per kg of diet, GH-15 = diet containing 15 g of ginger powder per kg of diet.

اسیدهای چرب غالب در اسپرم طیور، اسید آرشیدونیک و اسید دکوزاتترانوئیک (امگا ۶) می‌باشد؛ بنابراین مشخصه اسپرم طیور مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع دارای چندین باند دوگانه از سری امگا ۶ است، با در نظر گرفتن اینکه اسیدهای چرب بلند زنجیره سری امگا ۳ در اسپرم پستانداران غالب است (Dugasani *et al.*, 2007)، غشای اسپرم پرندگان نسبت به پستانداران از درجه غیراشباع بالاتری برخوردار است. به این دلیل، اسپرم طیور نسبت به پراکسیداسیون لیپیدی حساس‌تر است (Blesbois *et al.*, 2005). پراکسیداسیون لیپیدی باعث پایین آمدن کیفیت اسپرم خروس و فراسنجه‌های مربوط به آن می‌شود، بنابراین برای جلوگیری از این امر و همچنین برای بهبود نگه‌داری منی طیور جهت انجام کارهای تحقیقاتی و یا انجام تلقیح مصنوعی استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها امری بدیهی به نظر می‌رسد (Kazemizadeh et al., 201Bilodeau *et al.*, 2001; 9).

همان‌گونه که بیان شد، زنجبیل حاوی ترکیباتی از قبیل شوگاول‌ها، جینجرول‌ها و سزکوی‌ترپن است که آنتی‌اکسیدان بوده و موجب مهارمتابولیت‌های فعال و حذف رادیکال‌های آزاد می‌شود (Akhlaghi *et al.*, 2014; Dugasani *et al.*, 2010). زنجبیل همچنین حاوی مواد آنتی‌اکسیدان شناخته‌شده‌ای مانند سلنیوم، ویتامین E و C، فلاونوئیدها و گلوتاتیون است (Nemati *et al.*, 2022). اخلاقی و همکاران (Akhlaghi *et al.*, 2014) به مطالعه بررسی تأثیر زنجبیل بر بازده خروس‌های مادر گوشتی تجاری پرداخته و بهبود معنی‌دار کیفیت منی، افزایش میزان اسیدهای چرب اسپرم و بالا رفتن بازدهی تولیدمثلی در خروس‌های تغذیه شده گزارش نمودند. در مطالعه این محققین، افزایش معنی‌دار تحرک پیش‌رونده اسپرم، افزایش قابلیت زنده‌مانی سلول‌های جنسی و یکپارچگی بیشتر غشای سیتوپلاسمی اسپرم را در خروس‌های دریافت‌کننده پودر زنجبیل مشاهده نمودند.

مطالعه شفیق و همکاران (Shafiq *et al.*, 2015) به بهبود ذخیره‌سازی اسپرم خروس با استفاده از اسانس رزماری بعد از فرایند انجماد و یخ‌گشایی پرداختند؛ نتایج پژوهش نشان دادند، که استفاده از اسانس رزماری در رقیق‌کننده، کیفیت اسپرم خروس را بهبود می‌بخشد، که با پژوهش حاضر مطابقت دارد. احتمالاً پودر زنجبیل باعث ترمیم DNAهای شکسته و آسیب‌دیده می‌شود، در نتیجه، موجب می‌شوند که سلول‌های ژرمینال به تقسیمات میوزی و میتوزی خود ادامه دهند (Kota *et al.*, 2008). علاوه‌براین، آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدانت در حفظ اسپرم‌ها در بافت بیضه و اپیدیدیوم نقش ویژه‌ای ایفا می‌کنند و کاهش این آنزیم در بدن سبب نازایی می‌شود. این آنزیم با قرار گرفتن در غشای پلاسمایی اسپرم، هسته اسپرم و مایع اپیدیدیوم را از گزند رادیکال‌های آزاد حفظ نموده و سبب بالیدگی نهایی و تکامل اسپرم‌ها می‌شود (Khaki *et al.*, 2009). در نتیجه مصرف زنجبیل، به‌میزان قابل توجهی میزان آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز افزایش می‌یابد و با تکثیر و تمایز اسپرم‌ها باعث افزایش باروری می‌شود (Kota *et al.*, 2008). به‌طور کلی، پودر زنجبیل می‌تواند موجب افزایش سطوح گلوتاتیون درون‌سلولی شود (Kota *et al.*, 2008)؛ که در بسیاری از اعمال فیزیولوژیکی سلول از جمله محافظت سلولی از تنش اکسیداتیو، ساخت پروتئین و DNA و لقاح گامت‌ها نقش دارد (Kota *et al.*, 2008). نشان داده شده است که ROSها می‌توانند فعالیت برخی آنزیم‌های حیاتی دخیل در تولید ATP را مهار و فسفریلاسیون پروتئین‌های آکسون اسپرم را کاهش دهند (Saeid *et al.*, 2011). بنابراین، بهبود مشاهده شده در جنبایی اسپرم در گروه‌های تیماری دارای پودر زنجبیل احتمالاً می‌تواند به دلیل کاهش ROS، افزایش تولید ATP و بهبود فسفریلاسیون پروتئین‌های آکسون نسبت داده شود. از طرفی، زنجبیل به‌دلیل دارا بودن مواد آنتی‌اکسیدان مانند ویتامین E و سلنیوم و گلوتاتیون پراکسیداز احتمالاً از طریق کاهش آثار سمی گونه‌های فعال اکسیژن سبب بهبود تحرک اسپرم خروس طی فرآیند انجماد می‌شود؛ در نهایت، بر اساس مطالبی که بیان شد، پودر زنجبیل از طریق افزایش سطوح گلوتاتیون و افزایش فعالیت سوپراکسید دسموتاز (به‌طور کل، از طریق بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام) و بهبود استروئیدسازی در بیضه خروس‌ها، و همچنین وجود ترکیبات مانند ویتامین E و سلنیوم، موجب کاهش تنش اکسیداتیو و بهبود کیفیت اسپرم می‌شود.

در این پژوهش، افزودن سطح ۷/۵ و ۱۵ گرم در کیلوگرم پودر زنجبیل در جیره باعث افزایش زنده‌مانی اسپرم شد؛ در راستای پژوهش حاضر، نعمتی و همکاران (Nemati *et al.*, 2022) که به بررسی اثرات مکمل زنجبیل بر بافت‌شناسی بیضه، خصوصیات مایع منی و عملکرد تولیدمثلی در خروس‌های گوشتی مسن پرداختند، گزارش کردند، مکمل‌های ریشه زنجبیل در جیره غذایی خروس‌های مسن اثر مفیدی بر تحرک و زنده‌مانی اسپرم، وضعیت آنتی‌اکسیدانی منی و شاخص اسپرم‌زایی بیضه داشت. از آنجایی که تجمع رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون چربی‌های غشا و اختلال در عملکرد غشای اسپرم و میتوکندری شده و باعث کاهش زنده‌مانی اسپرم می‌شود، به نظر می‌رسد زنجبیل به‌دلیل دارا بودن خاصیت آنتی‌اکسیدانی (ویتامین E، ویتامین C و سلنیوم) از طریق تولید و تجمع رادیکال‌های آزاد و از بین بردن عوامل سمی باعث سلامت غشای پلاسمایی اسپرم و غشای میتوکندری شده از طرفی، ترکیبات آنتی‌اکسیدان زنجبیل با کنترل تنظیم مصرف ATP از هدر رفتن انرژی سلولی جلوگیری کرده (Sanocka and Kurpisz, 2004) و باعث افزایش زنده‌مانی اسپرم می‌شود. گلوتاتیون پراکسیداز با قرار گرفتن در غشای پلاسمایی اسپرم و هسته اسپرم و مایع اپیدیدیم و ناحیه اپیدیدیم، اسپرم‌ها را از گزند ROSها و رادیکال‌ها آزاد حفظ

می‌کنند و سبب بلوغ نهایی و تکامل اسپرم‌ها می‌شوند (Rejraji and Drevet, 2004).

سطح ۱۵ گرم در کیلوگرم پودر زنجبیل در جیره، باعث بهبود عملکرد غشایی اسپرم نسبت به تیمار ۷/۵ گرم در کیلوگرم پودر زنجبیل در جیره و شاهد شد؛ احتمالاً این نتیجه از طریق تأثیر ترکیبات فلاونوئیدی روی گروه‌های قطبی فسفولیپیدهای غشای سلولی است که مانع از اکسیداسیون و از هم پاشیدگی غشا می‌شوند (Erlejman *et al.*, 2004). زنجبیل از طریق دارا بودن برخی ترکیبات فلاونوئیدی باعث سلامت غشای اسپرم خروس بومی و کاهش اثرات مضر ناشی از پراکسیداسیون لیپیدی در غشای پلاسمایی سلول می‌شود و غشای پلاسمایی را محافظت می‌کند.

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، درصد باروری و جوجه‌درآوری به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مکمل‌سازی پودر زنجبیل در جیره قرار گرفت. درصد باروری و جوجه‌درآوری اسپرم خروس‌های تغذیه شده با سطح ۷/۵ و ۱۵ گرم بر کیلوگرم پودر زنجبیل در جیره به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش یافت (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد که باروری و جوجه‌درآوری در گروه‌های تیماری ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل در جیره به‌ترتیب ۷/۱۵ و ۱۲/۴۰، و ۷/۳۵ و ۱۲/۴۶ درصد بیش‌تر از باروری و جوجه‌درآوری در گروه شاهد بود. هم‌چنین تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های ۷/۵ و ۱۵ گرم پودر زنجبیل از نظر درصد باروری و جوجه‌درآوری وجود نداشت (P<۰/۰۵).

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف پودر زنجبیل (LSM±SE) بر باروری اسپرم پس از انجماد- یخ‌گشایی در خروس‌های مادرگوشتی مسن (نه پرنده در هر تیمار)

Table 3- Effect of different levels of ginger powder (LSM±SE) on sperm fertility after freezing-thawing in old broilers (9 birds per treatment)

صفات Trait	پودر زنجبیل گرم/کیلوگرم/جیره ginger powder, mg/kg/diet			سطح احتمال معنی‌داری P-value
	سطح صفر پودر زنجبیل GH0	سطح ۷/۵ پودر زنجبیل GH7.5	سطح ۱۵ پودر زنجبیل GH15	
باروری (٪) Fertility (%)	31.50[b]	38.66[a]	43.91[a]	0.010
جوجه‌درآوری (٪) Hatchability (%)	27.39[b]	34.66[a]	39.86[a]	0.002

a-c: میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار است (p<0.05).

پرندگان جیره‌های حاوی سطوح مختلف پودر زنجبیل شامل: صفر (GH-0)، ۷/۵ (GH-7.5) و ۱۵ (GH-15) گرم در کیلوگرم در جیره دریافت کردند.

a-c: Means with different letters within a row are statistically significant (p<0.05).

The birds received diets containing increasing levels of ginger powder including 0 (C0), 10 (C10), 20 (C20), or 30 (C30) g/kg diet.

فرآیند انجماد- یخ‌گشایی به‌طور معنی‌داری توانایی باروری اسپرم خروس را کاهش می‌دهد (Ali *et al.*, 2017). از سوی دیگر، برای ایجاد باروری بین تلقیح‌ها، تعداد نسبتاً زیادی اسپرم زنده در لوله‌های ذخیره اسپرم مورد نیاز است (Ali *et al.*, 2017). همچنین، فراسنجه‌های منی مرتبط با باروری، مانند جنبایی کل و پیش‌رونده و زنده‌مانی اسپرم ممکن است نفوذ اسپرم به مخاط سرویکس و ادغام با تخمک را تحت تأثیر قرار دهند (Ali *et al.*, 2017; Ansari *et al.*, 2017). با توجه به این که دستگاه تولیدمثلی پرنده ماده، انقباض‌های خاصی برای انتقال اسپرم از واژن به محل لقاح ندارد، از این رو، جنبایی پیش‌رونده اسپرم در ماکیان از اهمیت بیش‌تری نسبت به اسپرم پستانداران برخوردار است (Hammerstedt and Graham, 1992). بنابراین، فراسنجه‌هایی مانند جنبایی و زنده‌مانی برای توانایی باروری اسپرم خروس اهمیت دارند (Ali *et al.*, 2017; Ansari *et al.*, 2017). گزارش کردند که بهبود فراسنجه‌های اسپرمی در خروس‌های مادر گوشتی ممکن است اثرات قابل ملاحظه‌ای بر ذخیره و زنده‌مانی اسپرم در لوله‌های ذخیره اسپرم داشته باشد که در نتیجه، باعث بهبود باروری شود (Ali *et al.*, 2017; Ansari *et al.*, 2017). در میان فراسنجه‌های اسپرمی، تحرک اسپرم و زنده‌مانی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر انتقال اسپرم به لوله‌های ذخیره اسپرم در نظر گرفته می‌شود (Kazemizadeh *et al.*, 2019)؛ در این پژوهش، جنبایی کل و پیش‌رونده و زنده‌مانی در گروه‌های ۷/۵ و ۱۵ گرم در کیلوگرم جیره افزایش یافته بود که می‌تواند دلایلی برای افزایش باروری و جوجه‌درآوری در این گروه‌ها باشد. در پژوهشی، مسعودی و همکاران (Masoudi *et al.*, 2021)، تأثیر خارخاسک، خرنوب و زنجبیل را بر توان تولیدمثلی خروس‌های مادر گوشتی سویه راس مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند، مکمل‌سازی جیره با افزودنی های گیاهی موجب بهبود معنی‌دار کیفیت اسپرم و توان باروری خروس‌ها نسبت به گروه کنترل شد. نعمتی و همکاران (Nemati *et al.*, 2022)عنوان کردند که زنجبیل با خاصیت آنتی‌اکسیدانی که دارد، می‌تواند با ایجاد اختلال در روند تولید رادیکال‌های آزاد و خنثی‌سازی

استرس اکسیداتیو، سبب بهبود کمّی و کیفی شاخص‌های باروری اسپرم و افزایش نطفه‌داری در خروس گردد.

نتیجه‌گیری کلی

در کل، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزودن ۷/۵ و ۱۵ گرم در کیلوگرم پودر زنجبیل در جیره خروس مادر گوشتی موجب افزایش معنی‌دار جنبایی کل و پیش‌رونده، یکپارچگی و عملکرد غشای پلاسمایی و در نهایت، باروری و جوجه‌درآوری اسپرم پس از یخ‌گشایی شد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

References

1. Akhlaghi, A., Ahangari, Y. J., Navidshad, B., Pirsaraei, Z. A., Zhandi, M., Deldar, H., Rezvani, M. R., Dadpasand, M., Hashemi, S. R., Poureslami, R., & Peebles, E. D. (2014). Improvements in semen quality, sperm fatty acids an reproductive performance in aged Cob 500 breeder roosters fed diets containing dried ginger rhizomes *(Zingib officinale)*. *Poultry Science, 93*(5),1236-1244. (in persian). https://doi.org/10.3382/ps.2013-03617.
2. Ali, E. A., Zhandi, M., Towhidi, A., Zaghari, M., Ansari, M., Najafi, M., & Deldar, H. (2017). Letrozole, an aromatase inhibitor, reduces post-peak age-related regression of rooster reproductive performance. *Animal Reproduction Science, 183*,110-117. (in persian) https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.05.010.
3. Ansari, M., Zhandi, M., Kohram, H., Zaghari, M., Sadeghi, M., & Sharafi, M. (2017). Improvement of post-thawed sperm quality and fertility of Arian rooster by oral administration of d-aspartic acid. *Theriogenology, 92*,69–74. (in persian). https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.01.014.
4. Bhattaria, S., Tran, V. H., & Duke, C. C. (2001). The stability of gingerol and shogaol in aqueous solutions. *Journal of Pharmacological Science, 90*(10),1658-1664.
5. Bilodeau, J. F., Blanchette, S., Gagnon, C., & Sirard, M. A. (2001). Thiols prevent H_2O_2-mediated loss of sperm motility in cryopreserved bull semen. *Theriogenology, 56*(2),275-86. https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00562-3.
6. Blesbois, E., Grasseau, I., & Seigneurin, F. (2005). Membrane fluidity and the ability of domestic bird spermatozoa to survive cryopreservation. *Reproduction, 129* (3),371–378.
7. Dugasani, S., Pichika, M. R., Nadarajah, V. D., Balijepalli, M. K., Tandra, S., & Korlakunta, J. N. (2010). Comparative antioxidant and anti-inflammatory effects of [6]-gingerol,[8]-gingerol,[10]-gingerol and [6]-shogaol. *Journal of Ethnopharmacology, 127*(2),515-520. https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.10.004.
8. Erlejman, A. G., Verstraeten, S. V., Fraga, C. G., & Oteiza, P. I. (2004). The interaction of flavonoids with membranes: potential determinant of flavonoid antioxidant effects. *Free Radical Research*, 38(12),1311-1320. https://doi.org/10.1080/10715760400016105.
9. Hammerstedt, R. H., & Graham, J. K. (1992). Cryopreservation of poultry sperm: The enigma of glycerol. *Cryobiology, 29*(1),26–38. https://doi.org/10.1016/0011-2240(92)90004-L.
10. Heidarzadeh, S., Azarbayjani, M. A., Matinhomaee, H., & Hedayati, M. (2018). A review of aphroditic plants and physical activity on testosterone concentrations. *Journal of Medicinal Plants, 17*(66),1-26. (InPersian).
11. Ibtisham, F., Nawab, A., Niu, Y., Wang, Z., Wu, J., Xiao, M., & An, L. (2019). The effect of ginger powder and Chinese herbal medicine on production performance, serum metabolites and antioxidant status of laying hens under heat-stress condition. *Journal of Thermal Biology, 81*,20-24. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.02.002.
12. Kazemizadeh., A., Zare Shahneh, A., Zeinoaldini, S., Yousefi, A. R., Mehrabani Yeganeh, H., Ansari Pirsaraei, Z., & Akhlaghi, A. (2019). Effects of dietary curcumin supplementation on seminal quality indices and fertility rate in broiler breeder roosters. *British Poultry Science*, 60(3),256-264. (in persian) https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1571165.
13. Khaki, A., Fathiazad, F., Nouri, M., & Khaki, A. A. (2009). The effects of Ginger on spermatogenesis and sperm parameters of rat. *Iranian Journal of Reproductive Medicine, 7*,7-12. (in persian)http://ijrm.ssu.ac.ir/article-1-135-en.html.
14. Kota, N., Krishna, P., & Polasa, K. (2008). Alterations in antioxidant status of rats following intake of ginger through diet. *Food Chemistry, 106*(3),991-996. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.073.
15. Leboeuf, B., Restall, B., & Salamon, S. (2000). Production and storage of goat semen for artificial insemination. *Animal Reproduction Science, 62*(1-3),113–141. https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00156-1.
16. Masoudi, R., Javaheri Barfourooshi, H., Hosseini, S. A, Zarei, F., & Abdollahi, Z. (2021). Effect of *Tribulus terrestris*, *Ceratonia silique* and *Zingiber officinale* on reproductive potential of Ross broiler breeder roosters. *Veterinary Researches Biological Products, 34*(4),177-186. 10.22092/VJ.2020.351390.1750. (InPersian).
17. Nemati, Z., Dehgani, P., Karimi, A., Amirdahri, S., & Kianifard, D. (2022). Effects of ginger (Zingiber officinale) supplementation on testicular histology, semen characteristic, blood plasma parameters and reproductive

performance in aged broiler breeder roosters. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 107(3), 907-919. (in persian). https://doi.org/10.1111/jpn.13779.
18. Pourazad, L., Sharafi, M., Torshizi, M. A. K., Shahverdi, A., & Alizadeh, A. (2022). Modulatory effects of pioglitazone as a ligand for the peroxisome proliferator-activated receptor on semen quality and fertility potential of broiler breeder roosters. *Poultry Science, 101*(5),101795. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101795.
19. Rejraji, H., & Drevet, J. R. (2004). Sécrétions apocrines dans le tractus génital mâle: Rôles potentiels dans la maturation des gamètes. *Andrologie*, *14*(1),22-33.
20. Sabzian-Melei, R., Zare-Shahneh, A., Zhandi, M., Yousefi, A. R., & Rafieian-Naeini, H. R. (2022). Effects of dietary supplementation of different sources and levels of selenium on the semen quality and reproductive performance in aged broiler breeder roosters. *Poultry Science, 101*(10),101908. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101908.
21. Saeid, J. M., Shanoon, A. K., & Marbut, M. M. (2011). Effects of *Zingiber officinale* aqueous extract on semen characteristic an some blood plasma, semen plasma parameters in the broilers breeder male. *International Journal of Poultry Science*, 10(8),629-633.
22. Sanocka, D., & Kurpisz, M. (2004). Reactive oxygen species and sperm cells. *Reproductive Biology and Endocrinology 2*,1-7.
23. Shafiq, H., Shakri, M., Zain Al-Dini, S., Kahram, H., Moqbli, V., & Masoumi, R. (2015). Improvement of cock sperm storage using rosemary alcohol essence. *Animal Production*, *18*(3),624-615. (InPersian).
24. Shahverdi, A., Sharafi, M., Gourabi, H., Yekta, A. A., Esmaeili, V., Sharbatoghli, M., & Mostafayi, F. (2015). Fertility and flow cytometric evaluations of frozen-thawed rooster semen in cryopreservation medium containing low-density lipoprotein. *Theriogenology*, *83*(1),78-85. (in persian) https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.07.044.
25. Zini, A., San Gabriel, M., & Baazeem, A. (2009). Antioxidants and sperm DNA damage: A clinical perspective. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics, 26*(8),427–432.